

[illegible]

執行期間：90 年 8 月 1 日至 91 年 7 月 31 日

共同主持人：陳炤彰 博士

☐赴國外出差或研習心得報告一份

☐赴大陸地區出差或研習心得報告一份

☐出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

☐國際合作研究計畫國外研究報告書一份

中 華 民 國 91 年 7 月 5 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

拋光墊平面修整加工研究

計畫編號：NSC 90-2212-E-032-010

執行期限：90 年 8 月 1 日至 91 年 7 月 31 日

主持人：劉偉均 淡江大學機械系

共同主持人：陳炤彰 國立台灣科技大學機械系

計畫參與人員：

許厲生 淡江大學機械工程研究所

陳皇昌 淡江大學機械工程研究所

林志峰 台灣科技大學機械工程研究所

一、中文摘要

本研究主要目的在於探討不同拋光墊修整加工路徑與拋光墊修整移除量、均勻度之關係，並發展成程序模式(Process Model)及矽晶圓模擬程式，驗證實驗結果。研究方法方面以實驗及程式模擬二部分進行，實驗部份以 M 型、R 型、S 型三種鑽石修整輪對 CMP 用拋光墊修整，並探討速度、壓力與拋光墊移除率之關係，程式模擬部分以實驗之結果配合 Preston 經驗公式，估算出旋轉路徑、改良式路徑及門碎形路徑下之拋光墊移除率，所分析出之修整均勻度則做為拋光墊修整時之重要參考依據。於研究成果上，已發表三篇相關文章於學術研討會，於先前相關研究中提出“半導體晶圓之磨料加工方法”已獲得發明專利核准，研究成果有助於改善拋光墊修整不均勻度之問題，以及各加工參數設定時之參考，進而提高加工效率及加工品質。

關鍵詞：拋光墊修整、CMP、碎形路徑、平坦化加工

Abstract

This research is to investigate and develop the process model of pad dressing with the influence of different dressing paths: rotary path, linear and rotary path, and Hilbert-Pattern fractal path. Simulation program has been developed to estimate the removal rate and non-uniformity of pad dressing based on the process model and the input of calculated nominal removal rate from experimental data. Relationships

between the pressure, relative velocity, the appearance of diamond and the removal rate have also been studied and discussed from the experimental results. Performance index of dressing process has been formulated and used to evaluate the effect of different dressing paths with the developed simulation program. Experimental results have shown that the removal rate of pad dressing is approximately proportional to the relative dressing velocity. From the simulation result, the removal rate and non-uniformity of pad dressing become worse for each dressing path as the rotational velocity of pad is approaching to the rotational velocity of the diamond dressing wheel. Finally the evaluation of removal rate from experimental and simulation results can be used to adjust the pad dressing parameters in Chemical Mechanical Polishing(CMP) of silicon wafers and positively to increase the efficiency and quality of pad dressing in wafer planarization processes.

二、計畫緣由與目的

隨著矽晶圓尺寸漸增，為了使微影製程可順利進行，必須將矽晶圓表面的高低差降至微影製程所要求的範圍內，所以矽晶圓表面平坦化的步驟在 IC(Integrated Circuit)製造中佔相當重要的一環，而目前化學機械拋光 (Chemical Mechanical Polishing) 是平坦化技術中唯一可達到全

域平坦化需求，在這製程中，拋光墊表面除了會因研磨而受損外，也會有雜質的堆積，為了達到矽晶圓量產的需求及維持穩定的品質，此時必須對拋光墊加以修整(Dressing)。目前拋光墊修整機構以公轉搭配自轉的旋轉式路徑為主，在修整區域中裡外相對速度不一，結果移除率(Removal Rate)與修整均勻度(Non-Uniformity)會有所差異，因而在平坦化的過程中，導致對矽晶圓平坦度不佳的狀況產生【1】【2】。因此移除率與修整均勻度則可做為拋光墊修整優劣之參考，一般而言，移除率會隨著修整壓力增加而增加，而均勻度會隨著壓力增加而降低，因此需針對壓力、相對速度以及機構路徑等三方面參數加以探討，本研究以旋轉式路徑、改良式路徑、門碎型路徑為主，分析三種路徑對拋光墊修整之影響，並改進現有修整動作機構，提升拋光墊修整效率和品質。

三、結果與討論

圖 1 為實驗機構設備圖，圖 2 為 M、R 及 S 三種鑽石修整輪之顯微照片及挾持工具，圖 3 為同心圓運動機構示意圖，圖 4 為旋轉式運動機構示意圖，圖 5 為改良式運動機構示意圖，圖 6 為修整均勻分佈示意圖，圖 7 為模擬程式介面，圖 8 為實驗流程圖，表一為實驗驗證一覽表，由實驗結果證實，M 型、R 型及 S 型三種鑽石修整輪對拋光墊的移除率而言，以 S 型的移除率最大，M 型次之，R 型最差(圖 9)。在修整均勻度之模擬上，顯示門碎型修整均勻度最佳，改良式次之，旋轉式最差(圖 10)。再者當拋光墊轉速與鑽石盤轉速相等時，鑽石修整輪的中心點於拋光墊上的軌跡會重複，故修整均勻度最差。在模擬程式參數設定上，將所有的鑽石點分佈規劃於程式當中，移除量之估算由實驗值反推而求得平均有效移除面積(相當於 K_p)，配合各種路徑及參數設定，可估算出不同加工路徑之拋光墊移除率及修整均勻度。

四、計劃成果自評

於之前相關研究計畫成果「半導體晶圓之磨料加工方法」已獲得發明專利【3】，另發表研討會論文 2 篇【4】【5】，訓練碩士學生 3 位，相關論文請詳見參考文獻，另改裝設計氣壓平台(圖)，使實驗重現度及結果更準確。於專案執行時與相關廠商有密切合作外，計畫正積極開發拋光墊修整之加工模式，以期未來將以此一改良製程導入業界，大幅度減少因拋光墊的耗損而提高成本，以達到平坦化加工技術之自主性之目標。

五、參考文獻

- 1、戴光政，“碎型路徑應用於研光機之應用”，淡江大學機械工程研究所碩士論文，1999 年 6 月。
- 2、簡志偉，“平面研光加工路徑分析研究”，淡江大學機械工程研究所碩士論文，2000 年 6 月。
- 3、陳炤彰、劉偉均，“半導體晶圓之磨料加工方法”，中華民國專利發明第 142434 號。
- 4、陳炤彰、許厲生、徐振貴、劉偉均、鄭聖弘，“化學機械拋光之拋光墊修整加工特性研究”，中國機械工程學會第十八屆全國學術研討會，2001 年 12 月，pp. 215 ~ 221。
- 5、陳炤彰、許厲生、劉偉均，“鑽石修整輪在 CMP 拋光墊修整比較分析研究”，第三屆磨粒加工技術論文發表會，p.49~p.57，2001 年。

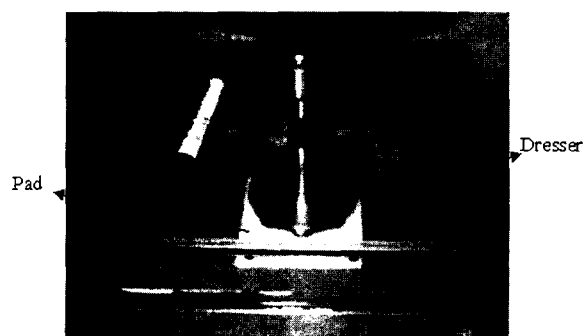


圖 1 實驗機構設備圖

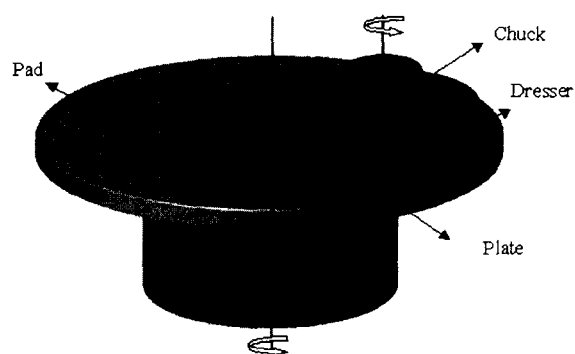


圖 4 旋轉式運動機構示意圖

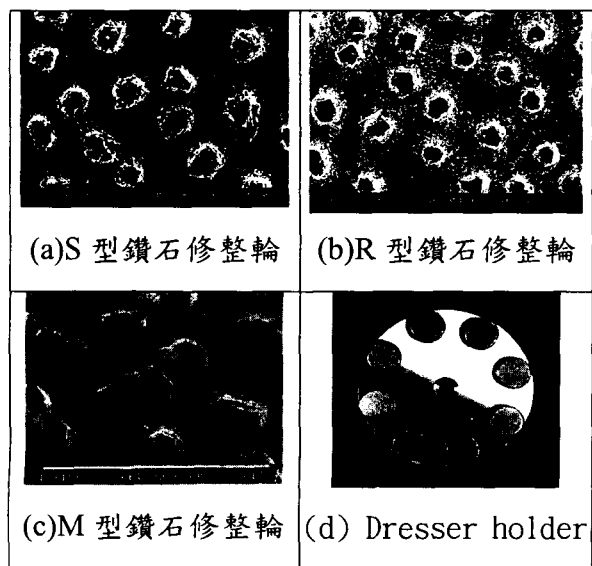


圖 2 修整輪與握持器

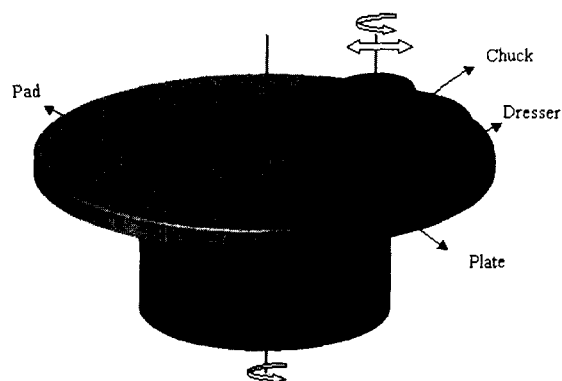


圖 5 改良式運動機構示意圖

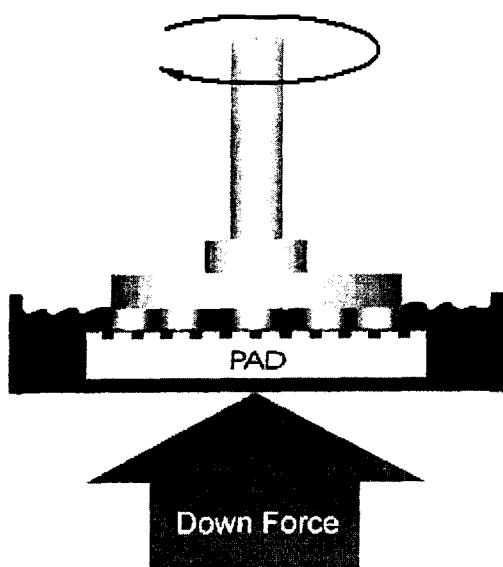


圖 3 同心圓運動機構示意圖

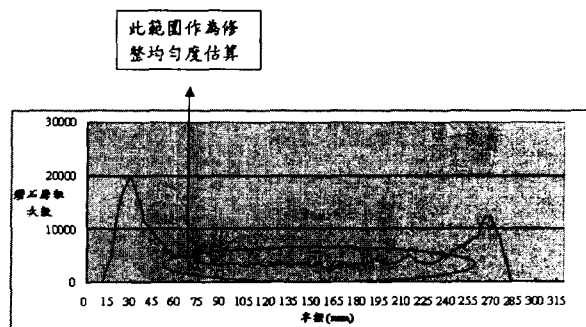


圖 6 修整均勻分佈示意圖

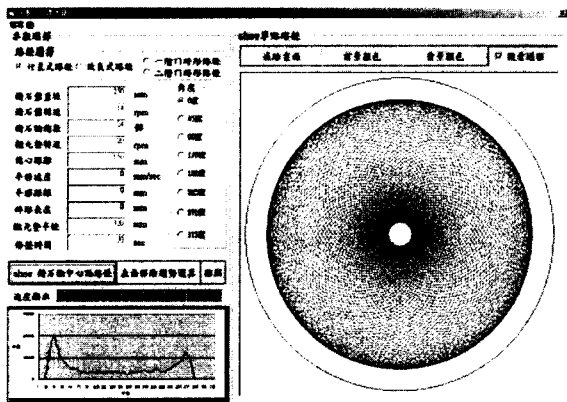


圖 7 模擬程式介面

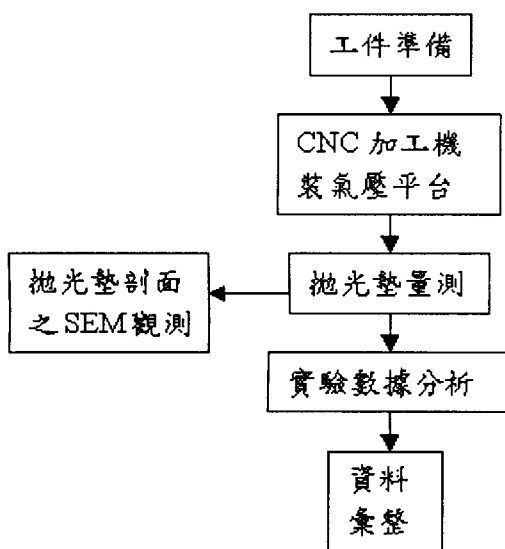


圖 8 實驗流程圖

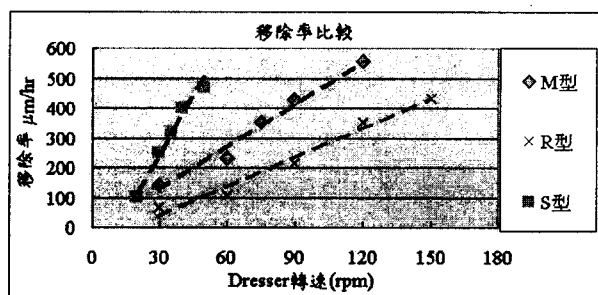


圖 9 M、R、S 型修整輪之移除率比較

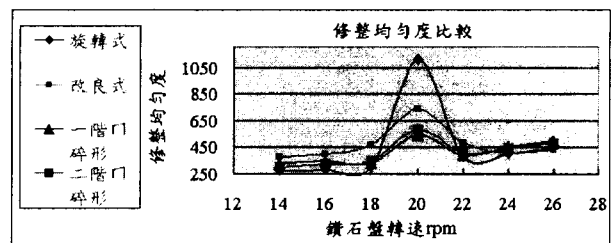


圖 10 修整均勻度比較

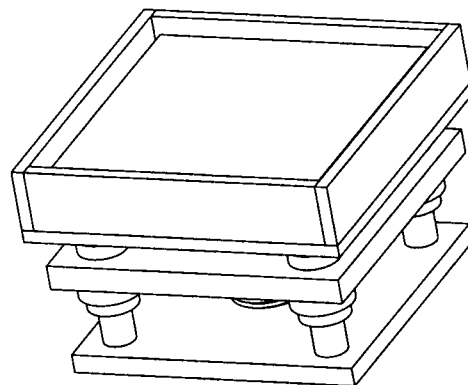


圖 11 氣壓平台示意圖

表一 實驗驗證一覽表

| 實驗編號 | 實驗加工系統 | 工件材質 | 拋光墊大小 | 修整加工路徑 | 鑽石修整輪 | 加工變因 |
|------|------------|--------------|--------------------|--------|-------------|------|
| I | CNC + 氣壓平台 | Rodel IC1000 | 121cm ² | 同心圓路徑 | M R S | 轉速 |
| II | CNC + 氣壓平台 | | 121cm ² | 同心圓路徑 | S | 壓力 |